



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102597797 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 18

(21) 申请号 201080036975. X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 06. 18

G01S 3/02 (2006. 01)

H04B 7/216 (2006. 01)

(30) 优先权数据

2009902848 2009. 06. 19 AU

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 02. 20

(86) PCT申请的申请数据

PCT/AU2010/000768 2010. 06. 18

(87) PCT申请的公布数据

W02010/144973 EN 2010. 12. 23

(71) 申请人 科达无线私人有限公司

地址 澳大利亚南澳大利亚州

(72) 发明人 P·D·亚历山大 D·V·L·哈利

A·J·格兰特

(74) 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理

有限公司 11280

代理人 王勇

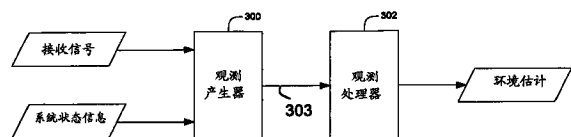
权利要求书 7 页 说明书 17 页 附图 5 页

(54) 发明名称

无线通信系统中的环境估计

(57) 摘要

描述了一种用于估计在无线通信系统周围的环境的方法和系统,环境包括偏转传输信号的至少一个偏转器。观测产生器(300)接收从发射机经由无线通信信道向接收机传输的输入信号,并且也接收与接收机、发射机和偏转器的至少一个相关的系统状态信息。观测处理器(302)使用来自观测产生器(300)的观测(303)来基于接收的输入信号和系统状态信息来估计偏转器的至少一个属性。



1. 一种用于估计无线通信系统周围的环境的方法,所述环境包括偏转传输的信号至少一个偏转器,所述方法包括:

接收从发射机经由无线通信信道向接收机传输的输入信号;

接收与所述接收机、所述发射机和所述偏转器的至少一个相关的系统状态信息;

基于所述接收的输入信号和所述系统状态信息来估计所述偏转器的至少一个属性。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述估计估计下述的至少一个:

所述至少一个偏转器的位置;

所述至少一个偏转器的速率;

所述至少一个偏转器的加速度;

所述至少一个偏转器的前进方向;

所述至少一个偏转器的速度;以及

所述至少一个偏转器的高度。

3. 根据权利要求 1 或权利要求 2 所述的方法,进一步包括:

根据所述估计的偏转器的属性来发出警告。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其中,所述警告指示可能的碰撞。

5. 根据权利要求 1 至 3 的任何一项所述的方法,进一步包括:

将所述至少一个偏转器的所述估计的至少一个属性与用于描述所述环境的映射信息作比较;以及

如果所述比较指示不符,则产生错误映射信息的指示。

6. 根据前述权利要求的任何一项所述的方法,其中,所述系统状态信息包括下述的至少一个:

位置;

速度;

加速度;

前进方向;

速率;

高度;

发射时间;

接收时间;

发射功率电平;

接收功率电平;

信噪比(SNR);

系统部件的位置;

支持发射机或接收机的主机的结构;

障碍物的存在;

与障碍物相关的信息;

温度和天气条件;

雨传感器信息;

太阳传感器信息;

汽车风挡刮水器速率；  
从汽车控制器区域网络（CAN）总线可获得的信息；  
地图数据；  
上面的任何一个的统计置信度估计。

7. 根据在前权利要求的任何一项所述的方法，包括：  
产生对所述发射机和所述接收机之间的所述通信信道的估计。

8. 根据在前权利要求的任何一项所述的方法，其中，所述接收系统状态信息的步骤包括：从所述接收的输入信号中提取与所述发射机相关的系统状态信息。

9. 根据在前权利要求的任何一项所述的方法，包括：  
从所述接收的系统状态信息得出其他系统状态信息。

10. 根据权利要求 9 所述的方法，其中，在所述接收机处得出与所述发射机相关的其他系统状态信息。

11. 根据权利要求 10 所述的方法，其中，所述得出的与所述发射机相关的输入系统状态信息包括下述的至少一个：

发射机速度；  
发射机加速度；  
发射机前进方向；以及  
发射机速率。

12. 根据在前权利要求的任何一项所述的方法，包括：

从所述接收的输入信号和所述接收的系统状态信息的至少一个产生被表示为  $\Omega$  的观测，所述观测包括下述的至少一个：

点 T，表示所述发射机的位置；  
点 R，表示所述接收机的位置；  
所述发射机的瞬时速率向量  $\vec{v}_T$ ；  
所述接收机的瞬时速率向量  $\vec{v}_R$ ；  
信道估计  $h$ ；  
观测的时间  $\tau$ ；以及  
所述接收的信号。

13. 根据在前的权利要求的任何一项所述的方法，包括：产生在所述估计中使用的观测，其中，所述观测与下面的情况的至少一个相关：

- 与在时间上分离的多个传输的信号对应的多个接收信号的每一个；
- 与在时间上重叠的多个传输的信号对应的多个接收信号的每一个；
- 在多个发射机的情况下在发射机和接收天线之间感应的多个信道的每一个；
- 在多个接收天线的情况下在发射天线和接收天线之间感应的多个信道的每一个；
- 在多个发射天线的情况下在发射天线和接收天线之间感应的多个信道的每一个。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，包括：

编组包含公共分量的多个观测，以避免所述公共分量的重复。

15. 根据在前的权利要求的任何一项所述的方法，包括：

产生关于所述至少一个偏转器的所述至少一个属性的未来值的至少一个假设。

16. 根据在前的权利要求的任何一项所述的方法,其中,所述估计包括:向至少一个所述偏转器的至少一个属性应用至少一个约束。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,其中,所述估计被约束使得:

$$T + L_{TP}\vec{u}_{TP} - R + L_{PR}\vec{u}_{PR} = 0$$

其中:

T 是表示所述发射机的位置的点;

R 是表示所述接收机的位置的点;

P 是用于表示所述偏转器的位置的点;

$\vec{u}_{TP} = \frac{(P-T)}{\|P-T\|_2}$  是在  $\frac{TP}{TP}$  方向上的单位向量;

$\vec{u}_{PR} = \frac{(R-P)}{\|R-P\|_2}$  是在  $\frac{PR}{PR}$  方向上的单位向量

$L_{TP} = \|TP\|_2$  是在点 T 和 P 之间的距离;

$L_{PR} = \|PR\|_2$  是在点 P 和 R 之间的距离;以及

$\|\cdot\|_2$  表示 L2 欧几里得距离。

18. 根据权利要求 16 或 17 所述的方法,其中,所述估计被约束使得:

$$L_{TP} + L_{PR} - L_{TR} - \Delta t_{12}c = 0$$

其中:

$L_{TR} = \|TR\|_2$  是在点 T 和 R 之间的距离;

$\Delta t_{12} = t_2 - t_1$  是从在时间  $t_1$  的直接信号传播路径和在时间  $t_2$  的偏转信号传播路径看的、在两个时域信道抽头之间的抽头延迟差;以及

c 是光速。

19. 根据权利要求 18 所述的方法,包括:从所述通信信道的估计确定所述抽头延迟差参数  $\Delta t_{12}$ 。

20. 根据权利要求 19 所述的方法,包括:通过测量在与在时域中的所述通信信道的所述估计中的直接路径和偏转路径对应的抽头之间的延迟差,确定所述抽头延迟差参数  $\Delta t_{12}$ 。

21. 根据权利要求 16 至 20 的任何一项所述的方法,其中,所述估计被约束使得:

$$\vec{v}_T \cdot \vec{u}_{TP} + (\vec{v}_P - \vec{v}_R) \cdot \vec{u}_{PR} + c \frac{\omega}{\omega_0} = 0$$

其中:

$\vec{v}_T$  是所述发射机的瞬时速率向量;

$\vec{v}_R$  是所述接收机的瞬时速率向量;

$\vec{v}_P$  是所述偏转器的瞬时速度向量;

- $\omega$  是所述偏转路径的频率偏移；
- $\omega_0$  是所述传输的信号的频率；以及
- $\cdot$  表示向量点乘积。

22. 根据权利要求 21 所述并且从属于权利要求 7 的方法，其中，从所述通信信道的所述估计确定所述频率偏移参数  $\omega$ 。

23. 根据权利要求 22 所述的方法，其中，从在时域中的所述信道估计  $\hat{h}$  计算所述频率偏移参数  $\omega$  作为与所述偏转路径对应的所述抽头的相位相对于与所述直接路径对应的所述抽头的相位的变化率。

24. 根据权利要求 22 至 23 所述的方法，其中，对于下述情况的至少一中执行从所述信道估计计算所述频率偏移参数  $\omega$ ：

- 在所述信道估计的持续时间上；
- 在所述信道估计的某个部分上；以及
- 在通过所述信道估计的间隔处。

25. 根据权利要求 16 至 24 的任何一项所述的方法，其中，所述估计被约束使得：

$$\|\vec{u}_{TP}\|_2 - 1 = 0, \text{ 并且}$$

$$\|\vec{u}_{RX}\|_2 - 1 = 0。$$

26. 根据权利要求 16 至 25 所述的方法，其中，在关于一个或多个系统部件相对于时间的位置的某种假设下，在多个观测上应用所述约束，所述系统部件包括所述偏转器、所述发射机、所述接收机和系统状态信息源的至少一个。

27. 根据权利要求 26 所述的方法，其中，在多个观测上约束所述估计，使得：

$$T[i] + L_{TP}[i]\vec{u}_{TP}[i] + \vec{v}_r(\tau[k] - \tau[i]) - T[k] - L_{TP}[k]\vec{u}_{TP}[k] = 0$$

其中：

被方括号括起来的项表示观测指数；

$\tau[i]$  是获取观测  $i$  的时间；以及

$\tau[k]$  是获取观测  $k$  的时间。

28. 根据权利要求 16 至 27 的任何一项所述的方法，包括：通过对时间求微分得出所述估计的另外的约束。

29. 根据权利要求 16 至 28 的任何一项所述的方法，包括：

组合多个所述约束以形成等式系统，以及

所述估计包括使用至少一个输入观测来求解所述系统。

30. 根据在前权利要求的任何一项所述的方法，其中，所述估计产生所述偏转器属性的一组可能的解。

31. 根据权利要求 30 所述的方法，包括：使用下述的至少一个来减小所述可能的偏转器属性解的组：

其他的约束；以及

其他的输入观测；

32. 根据权利要求 31 所述的方法，其中，通过下述的至少一个来提供所述其他的观测：

- 从所述同一发射机接收至少又一个传输的信号；
- 从替代发射机接收至少又一个传输的信号；以及
- 经由至少又一个接收天线来接收至少又一个传输的信号。

33. 根据权利要求 16 至 32 的任何一项所述的方法,包括:在时间  $\tau[k]$  对于偏转器位置  $\hat{P}[k] = P[i] + \bar{v}_p(\tau[k] - \tau[i])$  进行假设,并且使用在时间  $\tau[k]$  获取的观测检测该假设满足所述约束的一个或多个。

34. 根据权利要求 16 至 33 的任何一项所述的方法,包括:

从所述约束得出一个或多个成本函数;并且

使用至少一个输入观测来评估关于一个或多个偏转器属性的一个或多个假设的成本,以估计所述偏转器属性。

35. 根据权利要求 34 所述的方法,包括:通过量化所述环境的区域来选择用作偏转器位置假设的一组点。

36. 根据权利要求 34 或 35 所述的方法,包括:选择一组瞬时速率来作为所述估计的假设。

37. 根据权利要求 34 至 35 的任何一项所述的方法,包括:组合在至少一个输入观测上的多个成本函数。

38. 根据权利要求 37 所述的方法,其中,在将所述观测划分为  $n$  组  $\Omega_1, \Omega_2, \dots, \Omega_n$  后,在所述观测上组合所述成本函数如下:

$$C_T = \sum_{i \in \Omega_1} a_{i1} C_1(\Omega[i], \bar{\Phi}) + \sum_{i \in \Omega_2} a_{i2} C_2(\Omega[i], \bar{\Phi}) + \dots + \sum_{i \in \Omega_n} a_{in} C_n(\Omega[i], \bar{\Phi}),$$

其中:

$C_T$  是总的组合的成本

$i$  是所述观测指数;

$n$  是被应用的成本函数的数量和观测组的数量;

$a_j$  是向观测  $i$  的成本函数  $j$  应用的权重;

$\bar{\Phi}$  是假定在输入组中的所有观测上不变的在一个或多个偏转器属性上的假设。

39. 根据权利要求 38 所述的方法,包括:组合在不同时间出现的多个输入观测上的一个或多个所述成本函数。

40. 根据权利要求 38 或 39 所述的方法,其中,使用下述代入来对于观测  $\Omega[i]$  和  $\Omega[k]$  执行所述组合

$$\hat{P}[i] = \hat{P}[k] - \bar{v}_p(\tau[k] - \tau[i])$$

其中:

被方括号括起来的项表示观测指数;

$\hat{P}[i]$  是与观测指数  $i$  对应的、在用于表示所述偏转器的位置的点上的假设;

$\hat{P}[k]$  是与观测指数  $k$  对应的、在用于表示所述偏转器的位置的点上的假设;

$\tau[i]$  是进行观测  $i$  的时间;以及

$\tau[k]$  是进行观测  $k$  的时间。

41. 根据权利要求 34 至 40 的任何一项所述的方法,包括:  
依序应用所述成本函数;以及  
在依序应用所述成本函数之间减小在一个或多个偏转器属性上的假设组的大小。
42. 根据权利要求 34 所述的方法,包括:  
使用至少一个成本函数来计算假设的成本;并且  
在应用至少另一个成本函数之前,通过去掉至少一个成员来减小所述假设组的大小。
43. 根据在前权利要求的任何一项所述的方法,包括:约束所述偏转器的估计速度。
44. 根据权利要求 43 所述的方法,其中,在偏转器速度上的所述约束包括下述的至少一个:  
 排除具有在某个预定义范围之外的速度的偏转器属性假设;  
 根据被速度控制的某种分布来排除偏转器属性假设;  
 向某个预定义范围之外的速度应用较高成本;并且  
 根据由速度控制的某个分布来分配成本。
45. 根据在前权利要求的任何一项所述的方法,包括:通过将所述偏转器考虑为下述的至少一个来约束所述至少一个偏转器属性:  
 偏转器;  
 在所述偏转器的路径未被阻挡的前进方向;  
 在被地图限定的某个被约束的路径上;以及  
 在道路上。
46. 根据权利要求 7 所述的方法,包括:使用由至少一个其他偏转器的存在感应的所述通信信道的所述估计的至少一个其他特征来确定所述其他偏转器的至少一个所述偏转器属性。
47. 根据权利要求 46 所述的方法,其中,所述其他的信道特征是在所述时域信道估计中的时域抽头。
48. 根据在前权利要求的任何一项所述的方法,包括:  
基于所述估计的偏转器属性来产生输出;以及  
提供输出来作为向连接的系统内的输入。
49. 根据权利要求 48 所述的方法,其中,所述连接的系统是下述的至少一个:  
 汽车系统;  
 路侧系统;以及  
 安全系统。
50. 一种用于估计在无线通信系统周围的环境的设备,所述环境包括偏转传输的信号至少一个偏转器,所述设备包括:  
第一输入,用于接收从发射机经由无线通信信道向接收机传输的输入信号;  
第二输入,用于接收与所述接收机、所述发射机和所述偏转器的至少一个相关的系统状态信息;  
环境估计器,用于基于所述接收的输入信号和所述系统状态信息来估计所述偏转器的至少一个属性。
51. 一种用于估计在无线通信系统周围的环境的系统,所述环境包括偏转传输的信号

的至少一个偏转器,所述系统包括:

至少一个发射机;

接收机,用于接收从发射机经由无线通信信道传输的输入信号;

与所述接收机、所述至少一个发射机和所述至少一个偏转器的至少一个相关的系统状态信息的至少一个源;

环境估计器,其与所述接收机和所述系统状态信息的至少一个源进行数据通信,用于基于所述接收的输入信号和所述系统状态信息来估计所述偏转器的至少一个属性。

52. 根据权利要求 51 所述的系统,其中,所述发射机、接收机和偏转器的至少一个移动。

53. 根据权利要求 51 或 52 所述的系统,其中,所述至少一个发射机和接收机并置放置。

54. 一种计算机程序产品,包括在机器可读记录介质上记录的机器可读程序代码,用于控制数据处理设备的操作,在所述数据处理设备上,所述程序代码被执行以执行一种用于估计在无线通信系统周围的环境的方法,所述环境包括偏转传输的信号的至少一个偏转器,所述方法包括:

接收从发射机经由无线通信信道向接收机传输的输入信号;

接收与所述接收机、所述发射机和所述偏转器的至少一个相关的系统状态信息;

基于所述接收的输入信号和所述系统状态信息来估计所述偏转器的至少一个属性。



## 无线通信系统中的环境估计

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种无线通信领域。具体地说,本发明涉及在无线通信系统周围的环境中的物体的检测、跟踪和表征。

### 背景技术

[0002] 无线通信系统可以如图 1 所示,由被信道 102 分开的发射机 100 和接收机 104 来表示。发射机将数据转换为适合于通过信道传输的信号。为了确定传输的数据,接收机 104 的目标是从该信号去除信道失真的影响并且获得数据的估计。

[0003] 信道 102 表示由在无线通信系统周围的环境引发的影响。信道 102 可能以某种方式使得传输的信号失真。信道失真可能包括幅度失真、频率偏移、相位偏移、多普勒效应、源自多径信道的失真、加性噪声或干扰。

[0004] 接收机 104 可以包括信道估计器。信道估计器可以观测已经经由信道 102 传输而失真的接收信号,并且基于这个观测来产生信道估计。信道估计的内容与感应该信道的环境相关。

[0005] 与发射机 100 和 / 或接收机 104 相关的空间参数可以是已知的。这样的参数可以包括空间坐标、速率和加速度。例如,该装置可以位于已知的固定位置。也可以从全局定位系统 (GPS) 接收机或类似装置获得空间参数。而且,与发射机 100 相关的空间信息可以在传输的数据内容内被发到接收机 104。这样的情况示例出现在专用短距离通信 (DSRC) 系统中,其中,发射数据可以包括位置、速率、接收机和前进方向信息,如在 SAE International, " Dedicated Short Range Communications (DSRC) Message Set Dictionary, " J2735, December 2006 中所述。

[0006] 在本说明书中对于任何现有技术的引用不是并且不应当被当作对下述的确认或任何形式的建议,即该现有技术形成在澳大利亚或任何其他管辖范围的公知常识的一部分或该现有技术可以合理地认为被本领域内的技术人员确定、理解和视为相关的。

### 发明内容

[0007] 本发明提供了通过下述方式的对无线通信系统周围的环境中的物体的检测、跟踪和表征的方法:处理与系统的元件相关的信息和从由无线通信系统的元件接收的波形提取的信息。

[0008] 在通信系统中的发射机可以在其发送的消息中包括其状态。在接收机处,该消息可以被恢复和形成接收机对发射机状态的概况的一部分。

[0009] 根据本发明的第一方面,提供了一种用于估计在无线通信系统周围的环境的方法,所述环境包括偏转传输信号的至少一个偏转器,所述方法包括:

[0010] 接收从发射机经由无线通信信道向接收机传输的输入信号;

[0011] 接收与所述接收机、所述发射机和所述偏转器的至少一个相关的系统状态信息;

[0012] 基于所述接收的输入信号和所述系统状态信息来估计所述偏转器的至少一个属

性。

[0013] 在本发明的另一个方面，公开了一种环境估计器，所述环境估计器收集包含系统状态信息的随着时间的观测。所述环境估计器使用所述观测来估计一个或多个偏转器的方面。偏转器是在所述环境中引起无线电波的反射或衍射的元件。所述系统状态信息可以涉及发射机、接收机、所述环境和在所述环境内的偏转器。

[0014] 在本发明的另一个方面，确定用于估计所述环境的第一偏转器约束，其中

[0015] ● 偏转器通过偏转器发射机单元向量和偏转器发射机距离相对于所述发射机定位

[0016] ● 接收机通过接收机偏转器单元向量和接收机偏转器距离相对于所述偏转器定位

[0017] ● 约束：用于表示所述接收机相对于所述发射机的所述向量等于用于表示所述偏转器相对于所述发射机和所述接收机相对于所述偏转器的所述向量之和。

[0018] 也可以确定第二偏转器约束，其中

[0019] ● 传输的信号的两个版本以可测的时间差到达所述接收机

[0020] ● 所述时间差被转换为路径长度差（例如，通过将所述时间差乘以光速）

[0021] ● 约束：被加到所述路径长度差的从所述发射机至所述接收机的距离必须等于从所述偏转器至所述发射机和从所述偏转器至所述接收机的距离之和。

[0022] 也可以确定第三偏转器约束，其中

[0023] ● 发射信号的两个版本以可测的频率偏移到达所述接收机

[0024] ● 所述频率偏移被转换为速率差（例如，通过与光速的相乘及除以中心频率）

[0025] ● 约束：被加到所述接收机和偏转器向所述偏转器速率差的分量的所述偏转器向所述发射机速率的分量必须等于所述速率差也可以确定第四偏转器约束，其中，在观测上约束所述偏转器

[0026] ● 第一和第二观测在不同时间

[0027] ● 计算在所述第一和第二观测之间的时间差

[0028] ● 第一偏转器位置差是乘以所述时间差的所述偏转器速率

[0029] ● 第一偏转器位置是在所述第一观测时间的所述发射机位置加上在所述第一观测时间的所述偏转器发射机单元向量与在所述第一观测时间的所述偏转器发射机距离的乘积

[0030] ● 第二偏转器位置是在所述第二观测时间的所述发射机位置加上在所述第二观测时间的所述偏转器发射机单元向量与在所述第二观测时间的所述偏转器发射机距离的乘积

[0031] ● 第二偏转器位置差是所述第二偏转器位置减去所述第一偏转器位置

[0032] ● 约束：所述第一偏转器位置差和所述第二偏转器位置差必须相等在本发明的另一个方面，使用一个或多个约束来得出成本（cost）函数，所述成本函数可以在观测上组合以产生另一个成本函数。

[0033] 在本发明的另一个方面，建立未知的偏转器属性的假设集。然后，可以使用所述成本函数来计算在所述假设集中的每一个假设的成本。

[0034] 在本发明的另一个方面，在所述观测处理中包括对于改变位置和 / 或速率的速度

的约束。

[0035] 在本发明的另一个方面,通过地图数据的知识来引入对偏转器位置或速率的约束。

[0036] 也描述了所述环境估计器的输出的功能使用。

[0037] 本发明的另一个方面提供了一种用于估计在无线通信系统周围的环境的系统,包括:

[0038] 输入,可操作以接收经由通信信道传输的信号;

[0039] 输入,可操作以用于接收系统状态信息;

[0040] 环境估计器,可操作以用于基于所述输入来估计所述环境的至少一个特征;以及

[0041] 输出,用于提供所述环境估计。

[0042] 所述环境估计器可以包括观测产生器,所述观测产生器输出使用所述输入的至少一个产生的至少一个观测。

[0043] 所述环境估计器可以进一步包括观测处理器,所述观测处理器处理作为输入的至少一个所述观测,并且提供作为输出的所述环境的估计。

[0044] 所述系统状态信息可以包括下述的至少一个并且优选地包括其组合:

[0045] 位置;

[0046] 速度;

[0047] 加速度;

[0048] 前进方向 (heading);

[0049] 速率;

[0050] 高度;

[0051] 发送时间;

[0052] 接收时间;

[0053] 发射功率电平;

[0054] 接收功率电平;

[0055] 信噪比 (SNR);

[0056] 诸如天线的系统部件的位置;

[0057] 主机的结构;

[0058] 障碍物的存在;

[0059] 有关障碍物的信息,诸如其位置;

[0060] 温度和天气条件;

[0061] 雨传感器信息;

[0062] 太阳传感器信息;

[0063] 汽车风挡刮水器速率;

[0064] 从汽车控制器区域网络 (CAN) 总线可获得的信息;

[0065] 地图数据;

[0066] 上面的任何一个的统计置信度估计。

[0067] 所述主机的结构可以包括下述的至少一个:

[0068] 主机的大小;

- [0069] 主机的类型；
- [0070] 主机的形状；
- [0071] 构造材料。
- [0072] 可以从在下述至少一处或与其接近的来源获得所述系统状态信息：
- [0073] 发射机；
- [0074] 接收机；以及
- [0075] 环境。
- [0076] 所述输入的系统状态信息可以包括接收机信息，所述接收机信息可以包括下述的至少一个：
- [0077] 接收的信号采样；
- [0078] 在发射机和接收机之间的通信信道的估计。
- [0079] 所述通信信道的估计可以包括下述的至少一个：
- [0080] 时域信道估计；
- [0081] 频域信道估计。
- [0082] 在所述发射机之处或其附近处获得的所述输入的系统状态信息被包含在传输的信号中并且在所述接收机处被提取以输入到所述环境估计器。
- [0083] 可以在所述接收机处得出与所述发射机相关的所述输入系统状态信息。
- [0084] 所述得出的、与所述发射机相关的输入系统状态信息可以包括下面的至少一个：
- [0085] 速度；
- [0086] 加速度；
- [0087] 前进方向；以及
- [0088] 速率。
- [0089] 被表示为  $\Omega$  的观测可以包括下述至少一个：
- [0090] 点 T, 用于表示所述发射机的位置；
- [0091] 点 R, 用于表示所述接收机的位置；
- [0092] 所述发射机的瞬时速率向量  $\vec{V}_T$ ；
- [0093] 所述接收机的损失速率向量  $\vec{V}_R$ ；
- [0094] 信道估计  $h$ ；
- [0095] 观测时间  $\tau$ ；
- [0096] 接收的信号。
- [0097] 所述观测产生器可以输出下述至少一个的观测：
- [0098] 与在时间上分离的多个传输的信号对应的每一个接收信号；
- [0099] 与在时间上重叠的多个传输的信号对应的每一个接收信号；
- [0100] 在多个发射机的情况下在发射机和接收天线之间感应的每一个信道；
- [0101] 在多个接收天线的情况下在发射天线和接收天线之间感应的每一个信道；
- [0102] 在多个发射天线的情况下在发射天线和接收天线之间感应的每一个信道。
- [0103] 所述观测产生器可以编组 (group) 包含公共分量的观测，而不复制所述公共分量。

- [0104] 所述观测处理器可以处理位于所述环境中的至少一个偏转器的至少一个属性。
- [0105] 所述偏转器属性可以包括下述至少一个：
- [0106] 位置；
- [0107] 速度；
- [0108] 加速度；
- [0109] 前进方向；
- [0110] 速率；以及
- [0111] 高度。
- [0112] 所述输出环境估计可以包括关于位于所述环境中的至少一个偏转器的属性的至少一个假设。
- [0113] 所述观测处理器可以向至少一个所述偏转器的至少一个属性应用至少一个约束，以计算所述输出环境估计。
- [0114] 可以从在时域中的所述信道估计 $\hat{h}$ 将频率偏移参数  $\omega$  计算为与偏转路径对应的抽头的相位相对于与直接路径对应的抽头的相位的变化率。
- [0115] 经由下述的至少一个来执行从所述信道估计计算所述频率偏移参数  $\omega$ ：
- [0116] 在所述信道估计的持续时间上；
- [0117] 在所述信道估计的某个部分上；以及
- [0118] 在通过所述信道估计的间隔处。
- [0119] 在关于一个或多个系统部件相对于时间的位置的某种假设下，可以在多个观测上应用所述约束。
- [0120] 可以组合多个所述约束以形成等式系统，并且所述观测处理器可以使用至少一个输入观测来求解所述系统，以输出所述环境估计。
- [0121] 所述环境估计输出可以包括所有可能的偏转器属性解。
- [0122] 所述观测处理器可以使用下述的至少一个来在输出之前减小可能的偏转器属性解的组：
- [0123] 另外的约束；以及
- [0124] 另外的输入观测。
- [0125] 可以通过下述的至少一个来提供另外的观测：
- [0126] 从同一发射机接收至少一个或多个传输的信号；
- [0127] 从替代偏转器接收至少一个或多个传输的信号；以及
- [0128] 经由至少一个或多个接收天线接收至少一个或多个发射信号。
- [0129] 可以使用所述约束来得出一个或多个成本函数，并且评估一个或多个偏转器属性的一个或多个假设的成本，并且所述观测处理器使用至少一个输入观测来计算所述成本函数，以输出所述环境估计。
- [0130] 可以通过量化环境的某个区域来选择要用作偏转器位置假设的一组点。
- [0131] 可以在下述的至少一个周围选择所述区域：
- [0132] 发射机；以及
- [0133] 接收机。
- [0134] 所述输出环境估计可以包括下述的至少一个：

- [0135] 具有最低成本值的偏转器属性假设；
- [0136] 具有相等的最低成本值的一组偏转器属性假设；
- [0137] 具有在相对于关于具有最低成本值的所述偏转器属性的假设的某个预定距离内的成本值的一组偏转器属性假设；
- [0138] 具有在某个预定阈值之下的相关联的成本的一个或多个的一组偏转器属性假设；
- [0139] 一个或多个的一组偏转器属性，具有向每一个分配的成本值。
- [0140] 所述观测处理器可以组合在至少一个输入观测上的多个所述成本函数。
- [0141] 所述观测处理器可以组合在不同时间的多个输入观测上的一个或多个所述成本函数。
- [0142] 在中间步骤减小一个或多个偏转器属性函数的假设组的大小的同时，可以依序应用所述成本函数。
- [0143] 所述观测处理器可以使用至少一个成本函数来计算每一个假设的成本，然后在应用至少另一个成本函数之前通过去除至少一个成员来减小所述假设组大小。
- [0144] 可以去除具有下述的至少一个的所述假设组的至少一个成员：
- [0145] 大于某个阈值的成本；以及
- [0146] 大于相对于最低成本的某个距离的成本。
- [0147] 所述观测处理器可以约束所述偏转器的速率，所述对于偏转器速度的所述约束包括下述的至少一个：
- [0148] 排除具有在某个预定义范围之外的速度的偏转器属性假设；
- [0149] 根据由速度控制的某种分布来排除偏转器属性假设；
- [0150] 向在某个预定义范围之外的速度应用较高的成本；以及
- [0151] 根据由速度控制的某个分布来分配成本。
- [0152] 所述观测处理器可以通过将所述偏转器考虑为下述的至少一个来约束至少一个所述偏转器属性：
- [0153] 偏转器；
- [0154] 朝其路径未被阻挡的方向上前进；
- [0155] 在被地图限定的某个约束路径上；以及
- [0156] 在道路上。
- [0157] 所述观测处理器可以使用由至少一个另外的偏转器的存在感应的通信信道的所述估计的至少一个另外的特征，以确定用于所述另外的偏转器的至少一个所述偏转器属性。
- [0158] 所述另外的信道特征可以是在时域信道估计中的时域抽头。
- [0159] 由所述环境估计器接收的信息可以用于下述的至少一个：
- [0160] 当检测到可能的碰撞威胁时提供警告；
- [0161] 修改警告的特性；
- [0162] 修改警告的触发；
- [0163] 降低误警报的概率；
- [0164] 改善定位精度。

[0165] 与位置信息的至少一个可靠来源相对于位置信息的不可靠来源的位置组合的、所述可靠来源的知识可以用于执行下述部分的至少一个：

[0166] 检测所述不可靠来源；

[0167] 跟踪所述不可靠来源；以及

[0168] 改正所述不可靠来源。

[0169] 所述环境估计器输出可以被用于经由下述的至少一个来改变地图信息：

[0170] 检测错误地图信息；

[0171] 改正错误地图信息；以及

[0172] 增加现有的地图信息。

### 附图说明

[0173] 现在将参考附图来描述本发明的实施例，在附图中：

[0174] 图 1 是通信系统的示意图；

[0175] 图 2 是具有两个路径信道的示例环境；

[0176] 图 3 是环境估计器的示意图；

[0177] 图 4 图示在通信系统的发射机处的处理并且该处理包括系统状态信息 (SSI) 的使用；

[0178] 图 5 图示被信道影响的发射信号并且提供了在一个接收天线的情况下的观测产生器的示意图；

[0179] 图 6 图示被信道影响的发射信号并且提供了在两个接收天线的情况下的观测产生器的示意图；

[0180] 图 7 是与图 2 的环境对应的示例时域信道；

[0181] 图 8 图示通过组合第一和第二约束的偏转器位置的可能的解的轨迹；

[0182] 图 9A 和 9B 图示通过求解从约束得出的等式系统而获得的偏转器位置和速率的示例解；

[0183] 图 10A、B、C 图示通过向第一观测应用从约束得出的成本函数而获得的偏转器位置的示例解；

[0184] 图 11A、B 和 C 图示通过向第二观测应用从约束得出的成本函数而获得的偏转器位置的示例解；

[0185] 图 12A、B、C 图示通过组合经由在第一和第二观测上应用从约束得出的成本函数而获得的偏转器位置的解而获得的示例解。

### 具体实施方式

[0186] 描述环境估计器的实施例，其允许通过处理与系统元件相关的信息和从接收的波形提取的信息来允许在无线通信系统周围的环境中的物体的检测、跟踪和表征。

[0187] 所述技术具有对于无线通信系统的潜在应用，所述无线通信系统例如是 DVB-T、DVB-H、IEEE 802. 11、IEEE 802. 16、3GPP2、专用短距离通信 (DSRC)、对于陆地移动台的通信访问 (CALM) 和专用系统。

[0188] 在环境中的物体可以是固定的或移动的。它们也可以配备无线通信设备。例如，

在专用短距离通信 (DSRC) 系统中,发射机 (Tx) 100 和接收机 (Rx) 104 可以被包括在基础架构路侧单元 (RSU) 中或在汽车中的机载单元 (OBU) 中。传输的信号可能被在环境中的物体例如通过反射或衍射而偏转。示例偏转器包括可以配备发射机和 / 或接收机本身的汽车、标志、建筑物或在环境内的其他结构。

[0189] 图 2 示出具有偏转器 200 的示例环境,偏转器 200 在发射机 100 和接收机 104 之间感应双路径信道,其中:

[0190] T 是用于表示发射机 100 的位置的点;

[0191] R 是用于表示接收机 104 的位置的点;

[0192] P 是用于表示信号偏转器 200 的位置的点;

[0193]  $\vec{v}_T$  是发射机 100 的瞬时速率向量;

[0194]  $\vec{v}_R$  是接收机 104 的瞬时速率向量;

[0195]  $\vec{v}_P$  是信号偏转器 200 的瞬时速率向量;

[0196]  $\overline{TR}$  是从点 T 至 R 的向量;

[0197]  $\overline{TP}$  是从点 T 至 P 的向量;以及

[0198]  $\overline{PR}$  是从点 P 至 R 的向量。

[0199] 也方便的是,定义下述部分,其中,  $\|\cdot\|_2$  表示 L2 欧几里得距离:

[0200]  $\vec{u}_{TP} = \frac{(P-T)}{\|P-T\|_2}$  是在  $\frac{\overline{TP}}{\|TP\|_2}$  的方向上的单位向量;

[0201]  $\vec{u}_{PR} = \frac{(R-P)}{\|R-P\|_2}$  是在  $\frac{\overline{PR}}{\|PR\|_2}$  的方向上的单位向量;

[0202]  $L_{TP} = \|\overline{TP}\|_2$  是在点 T 和 P 之间的距离;

[0203]  $L_{PR} = \|\overline{PR}\|_2$  是在点 P 和 R 之间的距离;以及

[0204]  $L_{TR} = \|\overline{TR}\|_2$  是在点 T 和 R 之间的距离。

[0205] 图 3 示出环境估计器的框图。环境估计器可以在接收机 104 处运行。替代地,环境估计器的功能部件可以以分布的方式运行。在一些布置中,环境估计器可以使用预先捕获的信息来离线运行。

[0206] 可以以诸如专用集成电路 (ASIC) 的硬件来实现在此所述的功能模块 (包括观测产生器 300、观测处理器 302、发射数据构造器 400、SSI 提取器 504 和观测构造器 506)。其他硬件实现方式包括但是不限于现场可编程门阵列 (FPGA)、结构化的 ASIC、数字信号处理器和离散逻辑。可选地,可以将功能模块实现为软件,诸如在计算机系统内可执行的一个或多个应用程序。该软件可以被存储在计算机可读介质上,并且被从计算机可读介质安装到计算机系统内,以由计算机系统执行。其上记录了计算机程序的计算机可读介质是计算机程序产品。这样的介质的示例包括但是不限于 CD-ROM、硬盘驱动器、ROM 或集成电路。也可以经由计算机可读的传输介质来传输程序代码,诸如无线电传输信道或到另一个计算机或联网装置的联网连接。



[0207] 一个或多个接收信号被输入到观测产生器 300。系统状态信息 (SSI) 也可以被输入到观测产生器。观测产生器 300 向观测处理器 302 输出一个或多个观测 303。观测 303 可以包括来自接收机 104 的信息和系统状态信息。观测处理器 302 然后处理观测 303, 并且输出环境的估计。例如, 环境估计可以包括在环境中的一个或多个偏转器的位置估计。

[0208] 系统状态信息 (SSI) 可以与发射机 100、接收机 104 和 / 或环境相关, 该环境包括:

[0209] ●位置;

[0210] ●速度;

[0211] ●加速度;

[0212] ●前进方向

[0213] ●高度;

[0214] ●发射或接收时间;

[0215] ●发射功率电平;

[0216] ●接收功率电平;

[0217] ●信噪比 (SNR);

[0218] ●诸如天线的系统部件的位置;

[0219] ●主机的结构

[0220] ○主机的大小、类型。例如, 如果在用车辆运载的主机上安装发射机 100 或接收机 104, 则这个信息可以包括:

[0221] ■汽车的类型

[0222] ■汽车的大小

[0223] ○使用来构造主机的材料。

[0224] ●对于环境周围已知的其他信息。例如:

[0225] ○例如从汽车雷达系统获得的障碍物的存在和与该障碍物相关的信息, 诸如障碍物的位置;

[0226] ○温度和天气条件和 / 或允许估计这样的条件的信息, 例如, 汽车风挡刮水器速率;

[0227] ○雨传感器信息;

[0228] ○太阳传感器信息;

[0229] ○地图数据, 例如, 用于指示结构和道路的位置;

[0230] ●能够从汽车控制器区域网 (CAN) 总线获得的信息;

[0231] ●上面任何一个的统计置信度估计。

[0232] 图 4 示意地示出了在发射机 100 处的处理。可以从系统状态信息 (SSI) 的一个或多个源 402 收集数据。SSI 源 402 可以位于发射机 100 之处或附近, 例如位于汽车中的发射机内的 GPS 单元。SSI 源 402 的另一个示例是车辆的 CAN 总线, 车辆的 CAN 总线可以提供对于诸如汽车速率和制动器状态的汽车状态信息的访问。SSI 源 402 也可以位于在环境中的其他位置, 使得例如经由无线通信链路在发射机可获得 SSI。SSI 可以在发射数据构造器 400 与来自其他源 404 的数据组合, 发射数据构造器 400 然后向发射机 100 输出 Tx 数据。发射机产生发射信号, 该发射信号然后经由一个或多个发射天线 406 被发射。可以提供数据存储设施以短暂或长时间地存储 SSI。

[0233] 发射机 100 和接收机 104 可以位于共同的位置,因此避免需要在发射信号中包括与发射机 100 相关的系统状态信息。例如,发射机 100 和接收机 104 可以都位于同一汽车上。

[0234] 发射信号受到由包括偏转器 200 的存在的环境感应的信道 102 的影响,如图 5 中所示。在接收天线 500 上收集接收信号,并且将其输入到接收机 104。接收机 104 处理接收信号以确定传输的数据。接收机 104 作为观测产生器 300 的一部分也执行处理。图 5 示出在观测产生器 300 的环境中的接收机处理,并且可以省略与对于本领域内的技术人员显而易见的接收机 104 的常见操作相关的细节。例如,接收机 104 也可以使得系统的其他部件可获得传输的数据。接收机 104 输出接收机信息,例如,接收信号采样和 / 或信道估计。可以在时域和 / 或频域中提供该信道估计,包括在某个持续时间上的一个或多个信道估计采样。我们的(分别)在 WIPO 公布编号 W02007022564、W02007095697、W02008040088 下的先前共同转让的国际 (PCT) 申请 PCT/2006/AU001201、PCT/2007/AU000231 和 PCT/2007/AU001506——其内容通过引用被包含在此——公开了在接收机 104 中提供所需要的信道估计的系统和方法。

[0235] 观测产生器 300 获得由发射机使用 SSI 提取器 504 发送的系统状态信息。也可以从系统状态信息 (SSI) 的一个或多个源 502 收集数据。SSI 源 502 可以位于接收机 104 处或附近,例如,在汽车中与接收机处于共同位置的 GPS 单元。SSI 源 502 也可以位于环境中的其他位置,使得例如经由无线通信链路在接收机处可获得 SSI。

[0236] 也可以在接收机 104 处得出与发射机 100 相关的系统状态信息。例如,在接收机 104 处(例如,在 SSI 提取器 504 中)的处理可以跟踪所接收的发射机 100 随时间的位置,并且使用它来得出发射机 100 的速度、加速度和前进方向。

[0237] 观测构造器 506 具有来自接收机 104 的接收机信息,例如接收的信号采样和 / 或信道估计。观测构造器也接收与发射机相关的 SSI(例如来自 SSI 提取器 504)和与接收机相关的 SSI(例如来自 SSI 源 502)。观测构造器 506 从可获得的接收机信息和系统状态信息形成观测 303。该观测被表示为  $\Omega [i]$ ,其中  $i$  是观测指数,并且该观测可以包括:

[0238]  $T[i]$  表示发射机 100 的位置的点  $(x_T[i], y_T[i], z_T[i])$ ;

[0239]  $R[i]$  表示接收机 104 的位置的点  $(x_R[i], y_R[i], z_R[i])$ ;

[0240]  $\vec{v}_T[i]$  发射机 100 的瞬时速率向量;

[0241]  $\vec{v}_R[i]$  接收机 104 的瞬时速率向量;

[0242]  $\hat{h}[i]$  信道估计

[0243]  $\tau [i]$  观测时间

[0244] 接收的信号;

[0245] 如上所述的其他系统状态信息。

[0246] 在方括号中的观测指数以下用于表示直接从  $\Omega [i]$  获取或从在  $\Omega [i]$  中的信息得出的值。

[0247] 当发射机 100 发诸如多个分组的在时间上分离的多个信号时,观测产生器 300 可以对于每一个对应的接收的信号输出观测。如果存在在时间上分离的  $N$  个传输的信号并且接收机 104 具有  $M$  个接收天线,则输出多达  $N \times M$  观测。

[0248] 在多个发射机的情况下,观测产生器 300 可以对于在发射机和接收天线之间感应的每一个信道输出观测。如果存在 N 个传输的信号并且接收机 104 具有 M 个接收天线,则输出多达 N×M 个观测。在当 N 个传输的信号在接收的信号中时间上重叠的情况下,可以使用在我们的、在 WIPO 公布编号 W02005011128 和 W003094037 下的共同转让的国际 (PCT) 申请 PCT/2003/AU00502 和 PCT/2004/AU01036——其内容通过引用被包含在此——描述的技术来确定传输的数据和接收机信息。在该情况下,如果接收机 104 具有 M 个天线,则输出多达 NxM 个观测。

[0249] 在使用多个发射天线的空间分集系统的情况下,可以将观测产生器 300 的操作考虑为等同于多个发射机的情况,这对于本领域内的技术人员是显而易见的。

[0250] 图 6 示出当接收机使用两个接收天线 500、5002 时观测产生器 300 的示意图示。如上所述形成第一观测 303。当发射信号从发射机 100 向第二接收天线 5002 传输时,通过包括偏转器 200 的存在的周围环境来感应第二信道 1022。如对于单个天线的情况所述获得系统状态信息。接收机 104 输出与从第二接收天线 5002 输入的信号对应的第二组接收机信息。观测构造器 506 使用系统状态信息和第二组接收机信息来形成第二观测 305。这种手段也可以用于支持使用超过两个接收天线的接收机。

[0251] 在有关发射和 / 或接收天线的位置的精确的信息在 SSI 中可用的情况下,可以在计算路径长度时使用该信息。

[0252] 每一个观测被传送到观测处理器 302。可以将观测编组以避免公共分量的重复。可以使用这样的编组的示例是如果多个天线以与发射机相关的公共 SSI 为同一接收的分组提供多个信道估计。观测处理器 302 可以接收由与接收机 104 处于共同位置并且 / 或者作为接收机 104 的一部分的系统部件产生的观测。观测处理器 302 也可以从在环境中的其他位置 (例如在另一个物理上分离的接收机处) 的系统部件接收观测,并且例如使用无线通信来传送到观测处理器。

[0253] 在图 2 的环境中的接收信号是下述的组合 :

[0254] ●来自发射机 100 的直接路径的传输波形 ;以及

[0255] ●从发射机 100 向偏转器 200 然后从偏转器 200 向接收机 104 传播的信号。

[0256] 在偏转器 200 的位置上的第一约束因此是 :

[0257] 
$$P = T + L_{TP} \bar{u}_{TP} = R - L_{PR} \bar{u}_{PR} \quad (\text{等式 1})$$

[0258] 图 7 示出与图 2 的环境对应的在时域中的示例信道 (具有标准化的概率延迟分布)。直接路径对应于在时间  $t_1$  的信道抽头  $h_1700$ 。偏转路径对应于在延迟  $t_2$  的信道抽头  $h_2702$ 。在这个示例中,  $h_2702$  因为传播损耗增加 (由于偏转路径比直接路径长) 和在偏转点 200 处的衰减具有相对于抽头  $h_1700$  的较低功率。在两个信道抽头之间的时间差是  $\Delta t_{12} = t_2 - t_1$ 。抽头  $h_1700$  和  $h_2702$  的瞬时相位和相位变化率也可以不同。

[0259] 假定以光速  $c$  传播,  $\Delta t_{12}$  与在直接和偏转路径基站的路径长度差相关,提供了第二约束 :

[0260] 
$$L_{TP} + L_{PR} - L_{TR} = \Delta t_{12} c \quad (\text{等式 2})$$

[0261] 在给定发射机 100 的位置 T 和接收机 104 的位置 R 的情况下,从几何上确定直接路径  $L_{TR}$  的长度。从信道估计  $\hat{h}$  获得延迟差  $\Delta t_{12}$  的估计  $\Delta \hat{t}_{12}$ 。例如,可以从信道的时域估计

来测量  $\Delta t_{12}$ 。

[0262] 组合第一和第二约束使得观测处理器 302 能够推断：偏转器 200 位于椭圆 800 的轨迹上，如图 8 中所示，该椭圆的焦点在发射机 100 的位置 T 和接收机 104 的位置 R。点 P 是在示例中的偏转器的实际位置。

[0263] 可以从信道估计  $\hat{h}_k$  将偏转路径的频率偏移  $\omega$  确定为时域抽头  $\hat{h}_{k,702}$  的相位相对于抽头  $\hat{h}_{k,700}$  的相位的变化率。可以在信道估计的过程中或其某个部分并且 / 或者以一定间隔来计算该频率偏移。

[0264] 频率偏移  $\omega$  是由于相对的多普勒效应，提供第三约束：

$$[0265] \quad \vec{v}_T \cdot \vec{u}_{TP} + (\vec{v}_P - \vec{v}_R) \cdot \vec{u}_{PR} = -c \frac{\omega}{\omega_0} \quad (\text{等式 3})$$

[0266] 其中：

[0267] c 是光速

[0268]  $\omega_0$  是发射信号的中心频率；

[0269]  $\cdot$  表示向量点积。

[0270] 可以通过相对于时间求微分来从等式 1-3 得出进一步的约束，在合适的时候利用来自系统状态信息的速度和 / 或加速度。

[0271] 在一种布置中，假定偏转器是固定的，即， $\|\vec{v}_P\| = 0$ ，观测处理器 302 通过求解在下面的等式系统中的约束来确定一个或多个可能的偏转器位置 P：

$$[0272] \quad T + L_{TP} \vec{u}_{TP} = R - L_{PR} \vec{u}_{PR}$$

$$[0273] \quad L_{TP} + L_{PR} - L_{TR} = \Delta t_{12} c$$

$$[0274] \quad \vec{v}_T \cdot \vec{u}_{TP} + \vec{v}_R \cdot \vec{u}_{PR} = -c \frac{\omega}{\omega_0}$$

$$[0275] \quad \|\vec{u}_{TP}\|_2 = 1$$

$$[0276] \quad \|\vec{u}_{PR}\|_2 = 1$$

[0277] 通过表示  $P = T + L_{TP} \vec{u}_{TP} = R - L_{PR} \vec{u}_{PR}$ ，上面的系统是二次的（在  $\vec{u}_{TP}$  和  $\vec{u}_{PR}$  中）。可以使用诸如牛顿-拉夫逊方法的对于本领域内的技术人员显而易见的技术来获得解。注意，仅要求或者对于  $L_{TP}$  和  $\vec{u}_{TP}$  或者对于  $L_{PR}$  和  $\vec{u}_{PR}$  求解，即，如果期望，则可以去掉这些对中的一对，以例如降低计算复杂度。

[0278] 该系统得出四个解，两个虚数解和两个实数解。实数解的每一个对应于与输入观测符合的 P 的可行选择。观测处理器可以应用例如通过包括另外的观测的技术来减小这种不明确性，如下所述。

[0279] 在另一种布置中，观测处理器 302 通过使用两个或更多的观测来确定一个或多个可能的偏转器位置 P 和可能的速度  $v_P$ 。假定在时间  $\tau[i]$  处的输入观测  $\Omega[i]$  和在时间  $\tau[k] > \tau[i]$  处的  $\Omega[k]$ 。可以对于相对于时间的偏转器位置进行假设。例如，当认为  $\tau[k] - \tau[i]$  小到足以忽略偏转器的加速度时：

$$[0280] \quad \vec{v}_p[i] = \vec{v}_p[k]$$

[0281] 因此,从偏转器速率中略去观测指数,并且,可以通过观测处理器来求解下面的等式系统,以确定 P 和  $v_p$  :

$$[0282] \quad T[i] + L_{TP}[i]\vec{u}_{TP}[i] = R[i] - L_{PR}[i]\vec{u}_{PR}[i]$$

$$[0283] \quad T[k] + L_{TP}[k]\vec{u}_{TP}[k] = R[k] - L_{PR}[k]\vec{u}_{PR}[k]$$

$$[0284] \quad L_{TP}[i] + L_{PR}[i] - L_{TR}[i] = \Delta t_{12}[i]c$$

$$[0285] \quad L_{TP}[k] + L_{PR}[k] - L_{TR}[k] = \Delta t_{12}[k]c$$

$$[0286] \quad \vec{v}_T[i] \cdot \vec{u}_{TP}[i] + (\vec{v}_P - \vec{v}_R[i]) \cdot \vec{u}_{PR}[i] = -c \frac{\omega[i]}{\omega_0}$$

$$[0287] \quad \vec{v}_T[k] \cdot \vec{u}_{TP}[k] + (\vec{v}_P - \vec{v}_R[k]) \cdot \vec{u}_{PR}[k] = -c \frac{\omega[k]}{\omega_0}$$

$$[0288] \quad \|\vec{u}_{TP}[i]\|_2 = 1$$

$$[0289] \quad \|\vec{u}_{TP}[k]\|_2 = 1$$

$$[0290] \quad \|\vec{u}_{PR}[i]\|_2 = 1$$

$$[0291] \quad \|\vec{u}_{PR}[k]\|_2 = 1$$

$$[0292] \quad T[i] + L_{TP}[i]\vec{u}_{TP}[i] + \vec{v}_P(\tau[k] - \tau[i]) = T[k] + L_{TP}[k]\vec{u}_{TP}[k]$$

[0293] 观测处理器 302 可以从输入观测确定发射机 100 和接收机 104 的速率。替代地,它也可以忽略在任何一个或两者上的加速度,因此在上面的系统中设置:

$$[0294] \quad \vec{v}_T[i] = \vec{v}_T[k], \text{ 和 / 或}$$

$$[0295] \quad \vec{v}_R[i] = \vec{v}_R[k]$$

[0296] 再一次,这是线性和二次等式的系统(在  $L_{TP}$ ,  $L_{PR}$ ,  $\vec{u}_{TP}$ ,  $\vec{u}_{PR}$  和  $\vec{v}_P$  中),并且,可以使用对于本领域内的技术人员显而易见的技术来获得解。在系统中的前十个约束只是对于当  $\|v_p\| = 0$  的情况的那些的重复。最后的约束强制

$$[0297] \quad P[k] = P[i] + \vec{v}_P(\tau[k] - \tau[i]) \quad (\text{等式 4})$$

[0298] 对于当  $\|v_p\| = 0$  的情况,唯一的二次的约束涉及  $\vec{u}_{TP}$  和  $\vec{u}_{PR}$ 。

[0299] 对于如上所述的系统的解可以导致 P 和  $\vec{v}_P$  的多个可行选择。在该情况下,观测处理器 302 可以:

[0300] ● 输出 P 的所有可能的选择;

[0301] ● 使用另外的观测增加约束的总数以解决不明确性,例如:

[0302] ○ 在时间上,例如,另一个分组的接收;

[0303] ○ 在空间上,例如,另一个天线;和 / 或

[0304] ○ 在空间和时间上,例如,来自另一个发射机的另一个分组的接收。

[0305] ● 建立关于在时间  $\tau[k]$  的偏转器位置  $\hat{P}[k] = P[i] + \vec{v}_P(\tau[k] - \tau[i])$  的假设,并且使用在时间  $\tau[k]$  的观测来检测该假设是否满足一个或多个约束,例如,

$$L_{TP}[k] + L_{PR}[k] - L_{TR}[k] = \Delta t_{12}[k]c$$

[0306] 在一种布置中,观测处理器 302 求解如上所述从约束得出的等式的系统。图 9A 和 9B 示出了用于具有单个发射机 100、接收机 104 和偏转器 200 的示例系统的解。通过点来表示可能的偏转器位置,并且通过箭头来表示速率。观测处理器 302 确定用于偏转器位置和速率的两个可能的解。在图 9A 中示出该解。如上所述使用另一个观测来减少不确定性,观测处理器 302 因此得到正确的解,如图在图 9B 中所示。

[0307] 该示例为针对二维空间给出的。然而,可以在其他维数中考虑环境,并且适用于这样的环境的在此所述的技术对于本领域内的技术人员也是显而易见的。

[0308] 在另一种布置中,观测处理器 302 使用约束来构造一个或多个成本函数,并且求取在偏转器的属性上一个或多个假设的成本,诸如:

[0309] ●位置;

[0310] ●速度;

[0311] ●加速度;

[0312] ●前进方向;

[0313] ●速率;以及

[0314] ●高度

[0315] 观测处理器 302 可以求取在偏转器位置 P 上的一个或多个假设  $\bar{P}$  和 / 或在其瞬时速率  $v_p$  上的一个或多个假设  $\bar{v}_p$  的成本。通过量化在发射机 100 和 / 或接收机 104 周围的某个区域来选择要被用作位置假设的一组点。类似地,当成本函数取决于  $\bar{v}_p$  时,将一组瞬时速率选择为偏转器的假设。

[0316] 观测处理器求取对于输入的一组观测和假设的一个或多个成本函数的组合,然后输出偏转器状态的估计。该输出可以是下述的一个或多个:

[0317] ●具有最低成本值的位置假设(如果多个位置相同或相似地可能,则输出多于一个位置);

[0318] ●具有最低成本值的速率假设(如果多个速率相同或相似地可能,则输出多于一个速率)

[0319] ●具有相对于具有最低成本值的位置假设在一定预定距离内的成本值的一组位置假设;

[0320] ●具有相对于具有最低成本值的速率假设在一定预定距离内的成本值的一组速度假设;

[0321] ●具有某个阈值之下的相关联的成本的一组一个或多个位置假设;

[0322] ●具有某个阈值之下的相关联的成本的一组一个或多个速率假设;

[0323] ●具有向每一个分配的成本值的一组位置假设;

[0324] ●具有向每一个分配的成本值的一组速率假设。

[0325] 使用等式 1 和 2 的第一和第二约束,观测处理器使用的成本函数是:

$$C(\Omega, \bar{P}) = \text{abs} \left( \left\| \bar{P} - T \right\|_2 + \left\| R - \bar{P} \right\|_2 - L_{TR} - \Delta t_{12}c \right)$$

[0327] 其中,abs(.) 表示绝对值。

[0328] 使用等式 3 的第三约束,观测处理器使用的另一个成本函数是:

$$[0329] \quad C(\Omega, \tilde{P}, \tilde{v}_p) = \text{abs} \left( \frac{\tilde{v}_p \cdot (\tilde{P} - T)}{\|\tilde{P} - T\|_2} + \frac{(\tilde{v}_p - \tilde{v}_n) \cdot (R - \tilde{P})}{\|R - \tilde{P}\|_2} + c \frac{\omega}{\omega_0} \right)$$

[0330] abs() 函数可以被替代为某个其他函数或与某个其他函数组合, 该某个其他函数的示例包括:

[0331] ● 幂;

[0332] ● 乘以缩放因子; 以及

[0333] ● 对数。

[0334] 可以将偏转器 200 的位置和瞬时速率在同一时间或在某个有限的时间窗口内获取的观测上考虑为不变。可以在这些观测上组合成本函数, 将观测分为 n 个 (可能重叠的) 组  $\Omega_1$ 、 $\Omega_2$ 、 $\dots$ 、 $\Omega_n$  如下:

$$[0335] \quad C_T = \sum_{i \in \Omega_1} a_{i1} C_1(\Omega[i], \tilde{\Phi}) + \sum_{i \in \Omega_2} a_{i2} C_2(\Omega[i], \tilde{\Phi}) + \dots + \sum_{i \in \Omega_n} a_{in} C_n(\Omega[i], \tilde{\Phi}) \quad (\text{等式 5})$$

[0336] 其中, 下面的标签适用:

[0337]  $C_T$  总的组合的成本

[0338] i 观测指数

[0339] n 应用的成本函数的数量和观测组的数量;

[0340]  $a_{ij}$  向用于观测 i 的成本函数 j 应用的加权; 以及

[0341]  $\tilde{\Phi}$  假定在输入组中的所有观测上不变的关于一个或多个偏转器属性的假设

[0342] 例如,  $\tilde{\Phi}$  可以包括下述的一个或多个:

[0343]  $\tilde{P}$  关于偏转器的位置的假设; 以及

[0344]  $\tilde{v}_p$  关于偏转器的速率的假设。

[0345] 例如, 在所有的观测上应用单个成本函数给出  $n = 1$  和包含所有观测的  $\Omega_1$ 。

[0346] 也可以通过将偏转器速度  $\tilde{v}_p$  考虑为不变来在不同时间进行的观测上组合成本函数。在给定在时间  $\tau[i]$  和  $\tau[k]$  的观测  $\Omega[i]$  和  $\Omega[k]$  的情况下, 我们可以代入  $\tilde{P}[i] = \tilde{P}[k] - \tilde{v}_p(\tau[k] - \tau[i])$ 。例如, 可以在两个观测上组合成本函数, 以形成 C, 然后应用代入以形成 C' 如下:

[0347]

$$C(\Omega[i], \Omega[k], \tilde{P}[i], \tilde{P}[k]) = \text{abs} \left( \|\tilde{P}[i] - T[i]\|_2 + \|R[i] - \tilde{P}[i]\|_2 - L_{TR}[i] - \Delta t_{12}[i] c \right)$$

$$[0348] \quad + \text{abs} \left( \|\tilde{P}[k] - T[k]\|_2 + \|R[k] - \tilde{P}[k]\|_2 - L_{TR}[k] - \Delta t_{12}[k] c \right)$$

[0349] 让  $\tilde{P}[i] = \tilde{P}[k] - \tilde{v}_p(\tau[k] - \tau[i])$ 。(等式 6)

$$[0350] \quad C'(\Omega[i], \Omega[k], \tilde{P}[k]) = \text{abs} \left( \begin{array}{l} \|\tilde{P}[k] - \tilde{v}_p(\tau[k] - \tau[i]) - T[i]\|_2 \\ + \|R[i] - \tilde{P}[k] + \tilde{v}_p(\tau[k] - \tau[i])\|_2 \\ - L_{TR}[i] - \Delta t_{12}[i] c \end{array} \right)$$

$$[0351] \quad + \text{abs}(\|\tilde{P}[k] - T[k]\|_2 + \|R[k] - \tilde{P}[k]\|_2 - L_{TR}[k] - \Delta t_{12}[k]c)$$

[0352] 如果期望,在中间步骤中减小关于一个或多个偏转器属性的假设组的大小的同时,可以依序应用成本函数,以例如降低计算复杂度。例如,观测处理器可以使用一个或多个成本函数来计算每一个假设的成本,然后,从该组去掉具有比某个阈值大的成本或具有比相对于最低成本的某个距离大的成本的假设,然后向减小的组应用一个或多个另外的成本函数。

[0353] 在一种布置中,观测处理器 302 假定固定的偏转器 200,并且应用从如上所述的第一和第二约束得出的成本函数,以确定发射机 100 和接收机 104 周围的点的成本。在图 10A 中示出示例结果。在图中的暗区域指示低成本,并且亮区域指示高成本。如所预期的,由观测处理器使用这个成本函数确定的最可能(最暗)的区域是椭圆的。标记为 200 的圆形指示偏转器的实际位置。在这个布置中,观测处理器 302 也基于在等式 2 中上述的第二约束的导数来应用下面的成本函数:

$$[0354] \quad C(\Omega, \tilde{P}) = \text{abs}\left(\frac{d}{dt}\|\tilde{P} - T\|_2 + \frac{d}{dt}\|R - \tilde{P}\|_2 - \frac{d}{dt}L_{TR} - \frac{d}{dt}\Delta t_{12}c\right)$$

[0355] 图 10B 示出根据这个函数的在区域上的成本。观测处理器 302 然后例如经由诸如在等式 4 中的线性组合来组合来自两个成本函数的结果。在图 10C 中示出结果产生的组合成本。

[0356] 图 11 示出用于与图 10 相同的观测处理器 302 的实施例的另一个示例结果组。在该情况下,使用第二观测来产生结果,第二观测基于在获得第一观测后 100ms 接收的信号。发射机 100 和接收机 104 的移动使得该图与图 10 的图不同。在所有的图中,对于偏转器预测的一组最可能的位置包括偏转器 200 的实际位置。

[0357] 图 12 示出在观测处理器 302 已经通过例如元件线性函数组合了在图 10 和图 11 中所示的结果后的结果。最左边的图图 12A 示出从自第一和第二约束得出的成本函数的组合结果,即在图 10A 和 11A 中图示的成本的组合。中间的图图 12B 示出来自基于第二约束的导数的成本函数,即在图 10B 和 11B 中图示的成本的组合的组合结果。最右边的图图 12C 示出在两个观测上的两个成本函数的组合,即,在图 10C 和 11C 中图示的成本的组合。通过组合例如来自更多的接收信号和 / 或另一个接收天线的另外的观测,可以使偏转器 200 的位置得以进一步精确。

[0358] 观测处理器 302 也可以应用另外的约束。可以从假设组排除偏转器属性假设,或者,可以在偏转器 200 的速度上施加一个或多个约束后,计算在偏转器属性假设上的成本。例如,可以通过向在某个预定义范围之外的速度应用较高成本或通过根据被速度控制的某个分布分配成本来约束偏转器速度。

[0359] 约束偏转器 200 的行进方向可以是合适的。例如,可以为合适的是,将偏转器 200 当作反射器,并且将其行进方向约束为与使用约束构造的椭圆 800 相切的或正交的,如图 8 中所示。

[0360] 约束偏转器 200 的位置和移动性可以是合适的。例如,偏转器 200 可以被当作在其路径不被阻挡的方向上前进。地图数据可以用于约束偏转器位置和移动性,使得将行进约束到在具有被地图限定的边界的道路上。



[0361] 也可以在环境包括多个偏转器的情况下应用上面的技术。每一个另外的偏转器将在信道上引起新的特征,例如,在时域信道上的新的抽头,因此,引起新的一组约束,使得能够确定诸如另外的偏转器的位置和速度的偏转器属性约束。

[0362] 使用上面的方法估计在无线通信系统周围的环境允许处理和向接收者提供关于环境的信息,接收者例如是汽车的驾驶员和 / 或乘员,并且使用上面的方法估计在无线通信系统周围的环境允许关于环境的信息被用作向另一个连接的系统的输入,该另一个连接的系统例如是:

[0363] 汽车系统;

[0364] 路侧 (road side) 系统;

[0365] 安全系统。

[0366] 例如,可以使用信息来:

[0367] 当检测到可能的碰撞威胁时提供警告;

[0368] 例如通过改变警告的特性或警告触发来修改警告;

[0369] 降低误警告的概率。

[0370] 经由如上所述的方法的在无线通信系统周围的环境的估计也可以用于改善定位精度。例如,一个或多个可靠来源的知识,与其相对于位置信息的不可靠来源的相对的位置(经由检测、跟踪和 / 或表征确定)组合,可以用于检测、跟踪和改正该不可靠来源。

[0371] 通过估计在无线通信系统周围的环境而获得的信息也可以用于检测和 / 或改正错误地图信息或增加现有的地图信息。这些地图改变也可以被提供到负责审查地图数据并且分发更新的中心主体。

[0372] 环境估计器可以当输入变得可用时在线运行或者在处理在输入数据的执行之前收集的输入数据的处理后以离线模式运行。

[0373] 可以明白,在本说明书中公开和定义的本发明扩展到从文字内容或附图所描述或明显得出的两个或更多的个体特征的所有可选的组合。所有这些不同的组合构成了本发明的各个可选的方面。

[0374] 也可以明白,在本说明书中使用的术语“包括”及其语法变化形式等同于术语“包含”,并且不应当被看作排除其他元素或特征的存在。

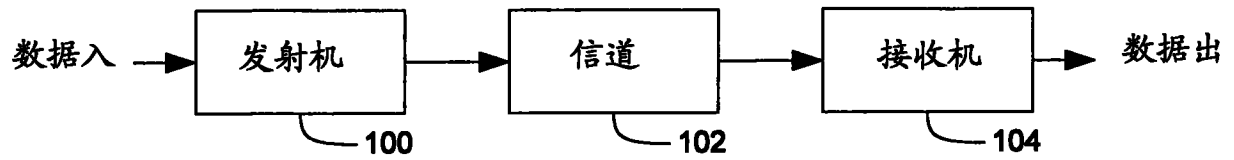


图 1

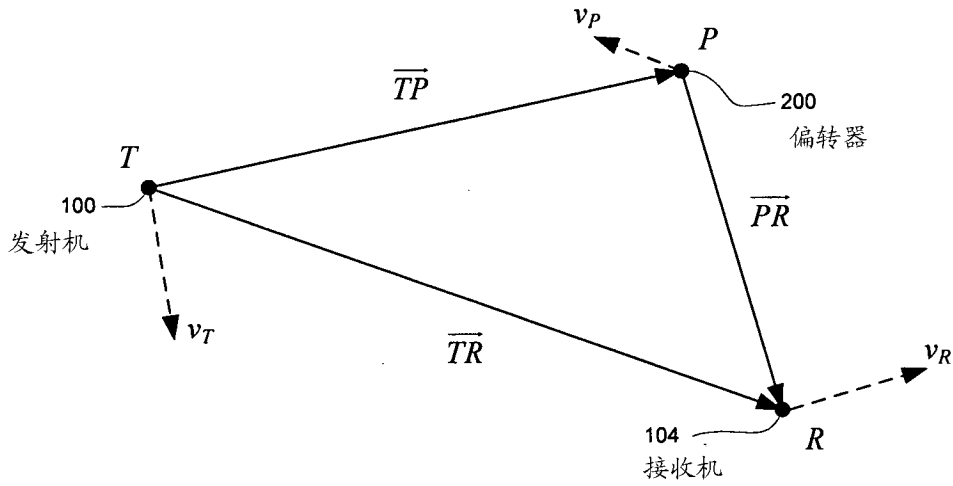


图 2

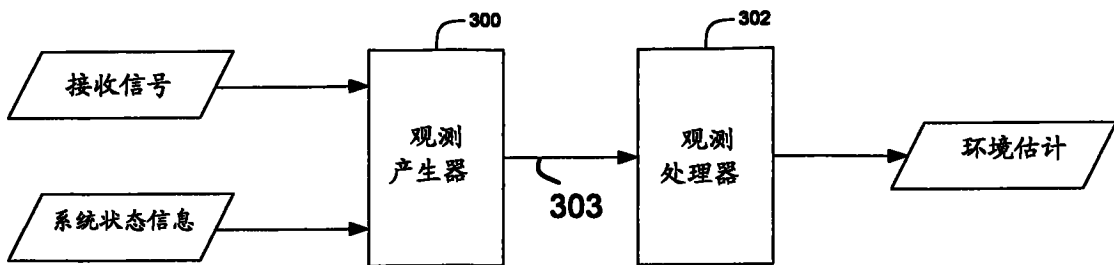


图 3

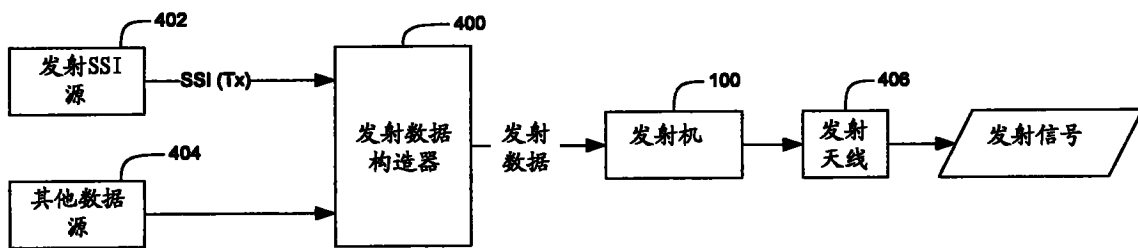


图 4

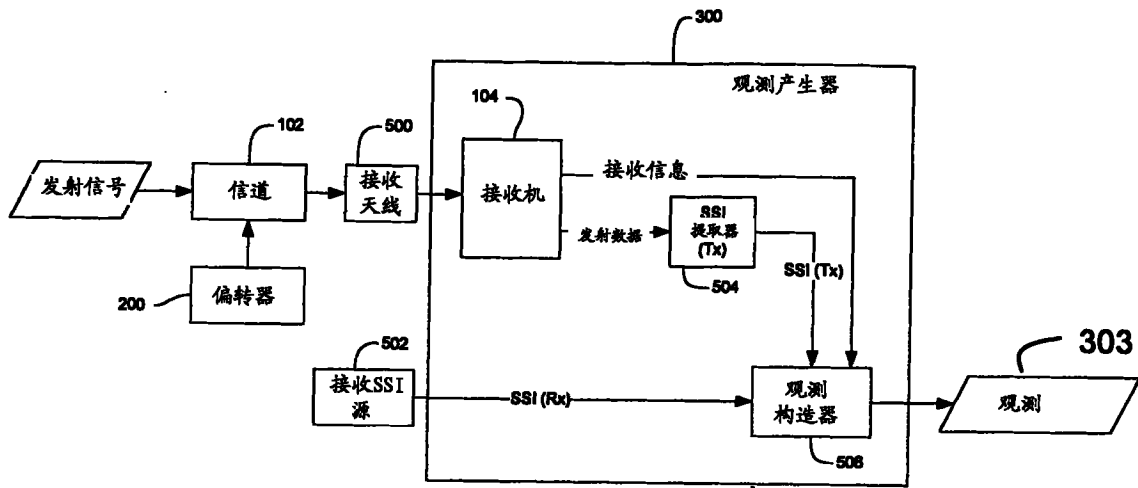


图 5

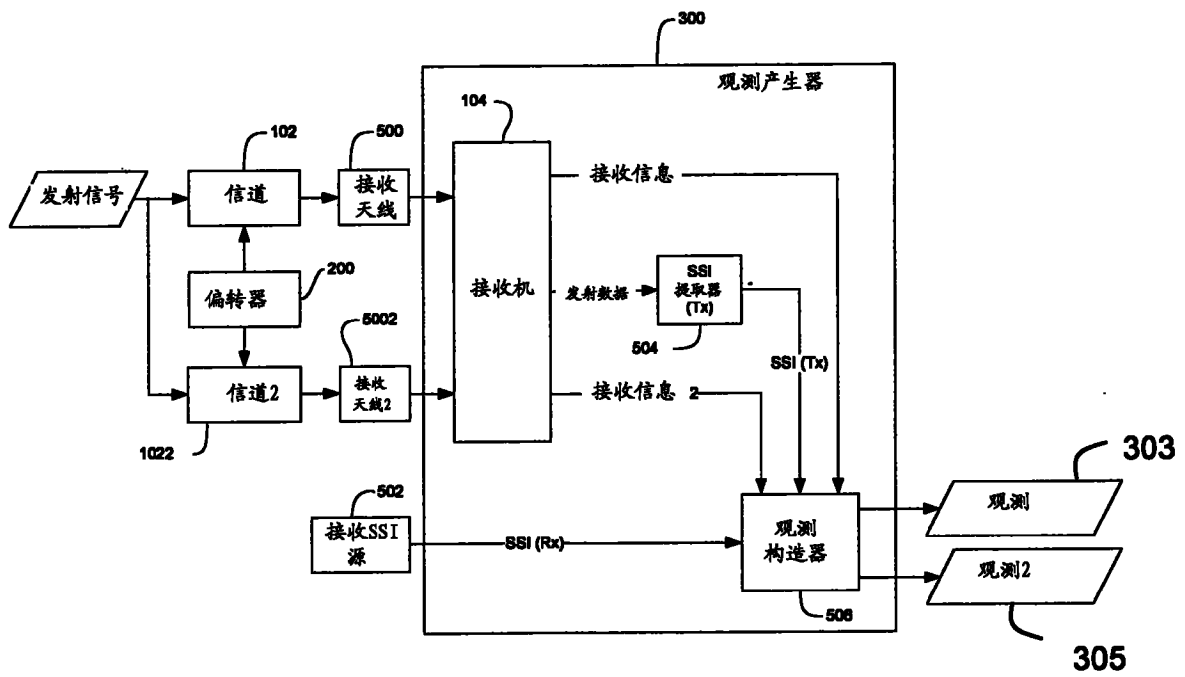


图 6

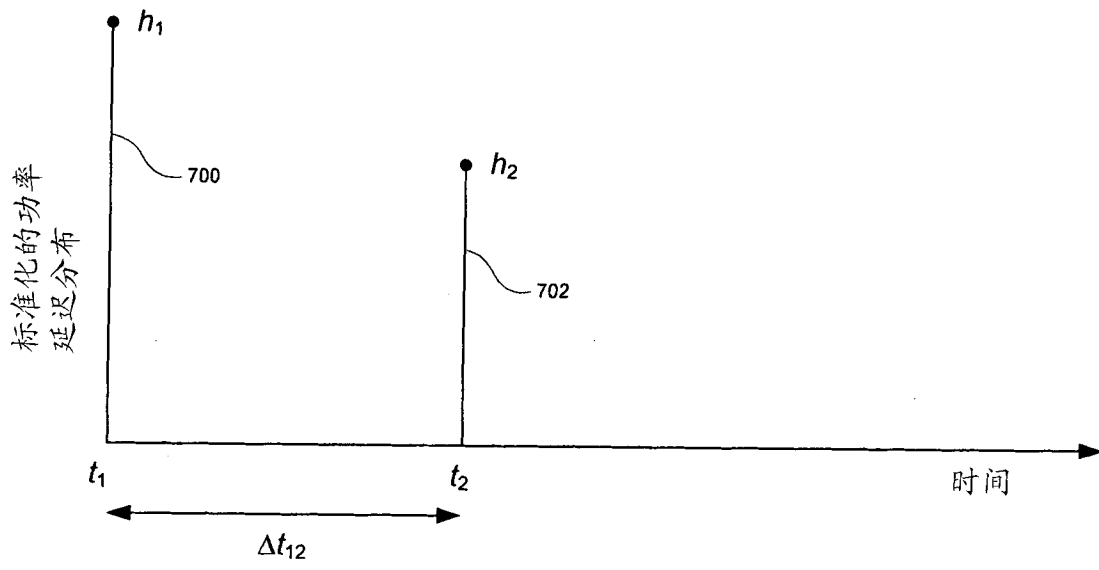


图 7

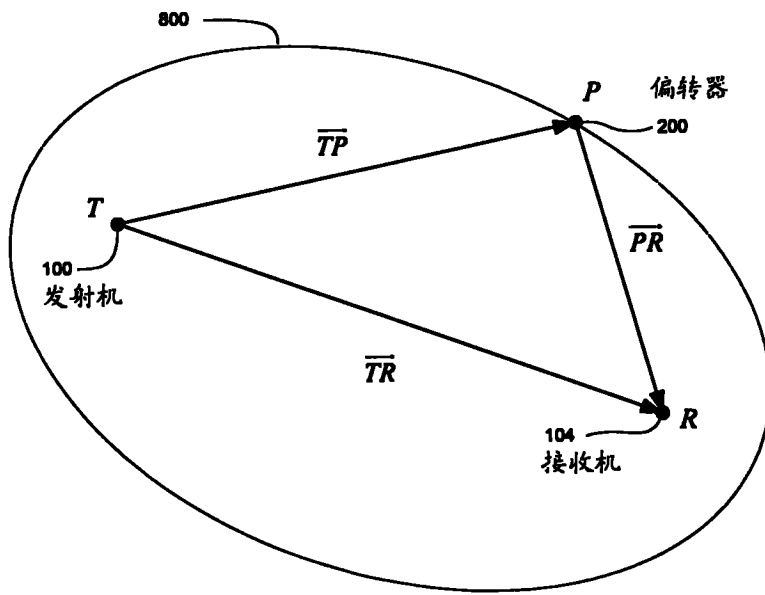


图 8

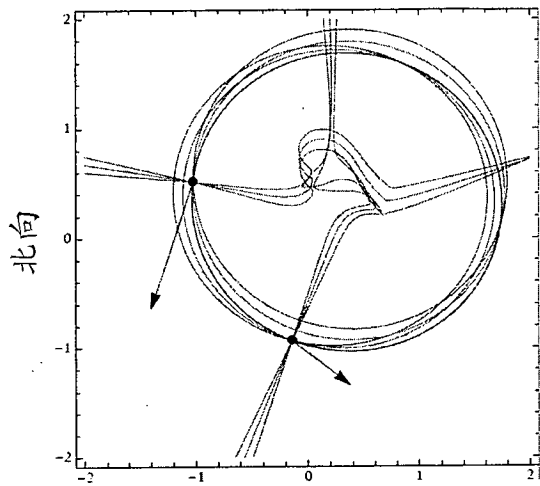


图 9A

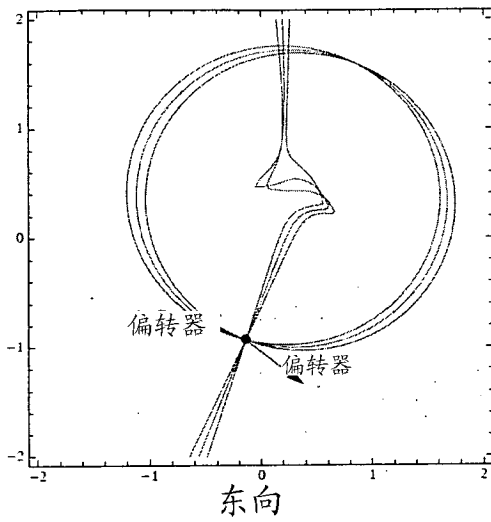


图 9B

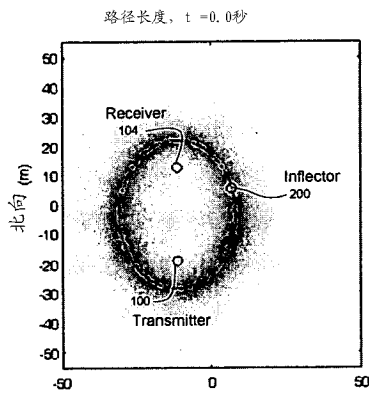


图 10A

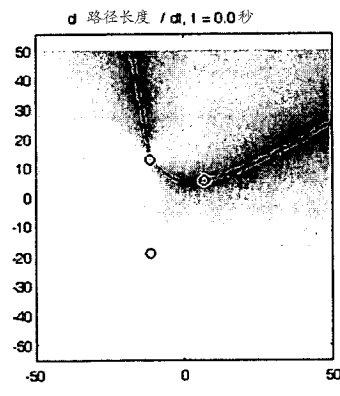


图 10B

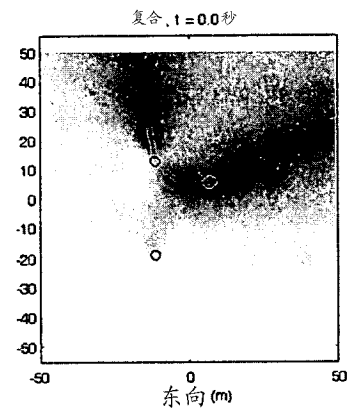


图 10C

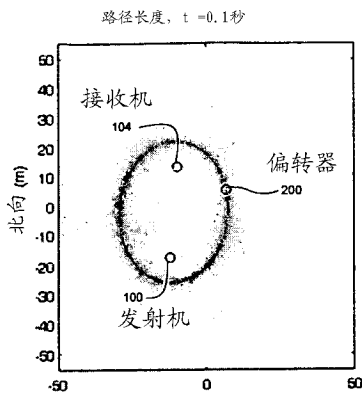


图 11A

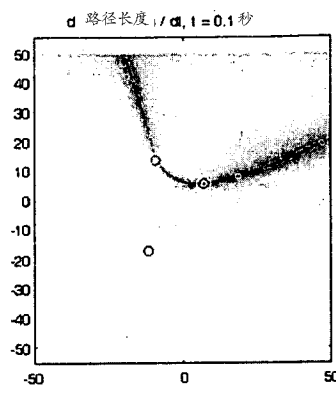


图 11B

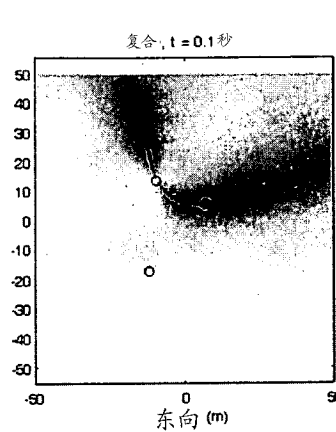


图 11C

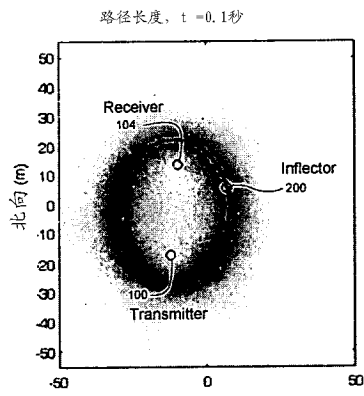


图 12A

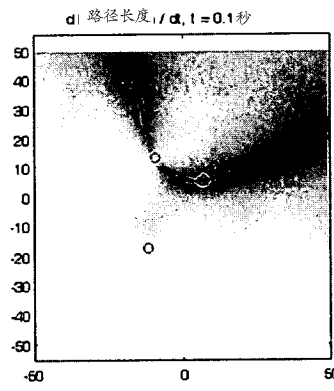


图 12B

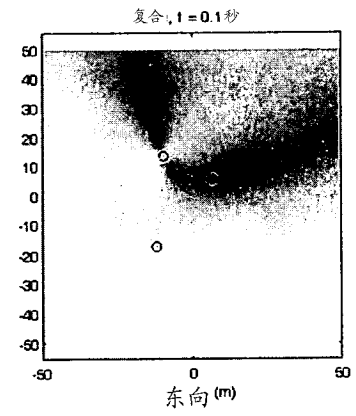


图 12C